

## 20 m:n apusilta AS 20 - 1...4 ja 5...18

ASENNUSOHJE





# 20 m:n apusilta AS 20 – 1...4 ja 5...18 asennusohje

Liikenneviraston ohjeita 15/2015

Liikennevirasto  
Helsinki 2015

*Kannen kuva: Matti Tossavainen*

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-085-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Infra ja ympäristö -osasto

Voimassa  
1.5.2015 alkaen

Korvaa  
20 m:n apusilta, AS - 1...4, asennusohje.  
R 03/401. Rautatiehallituksen sillanrakennusjaoston  
rakentamis- ja valvontaohje (29.11.1979)

Asiasanat  
Apusilta, asennusohje, ohjeet

## 20 m:n apusilta AS 20 - 1...4 ja 5...18, asennusohje

Tämä päivitetty ohje "20 m:n apusilta AS 20-1...4 ja 5...18, asennusohje" on Liikenneviraston asiakirja rautatiesiltojen korjaus- ja uusimishankkeissa käytettäessä apusiltaa.

Ylijohtaja

Raimo Tapio

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

LISÄTIETOJA  
Ilkka Kuulas  
Liikennevirasto  
puh. 0295 34 3549

## Esipuhe

Tämä ohje on tarkoitettu 20 metrin pituisten rautateiden apusiltojen asennusohjeeksi. Ohje sisältää myös suunnittelijaa hyödyttävää yleis- ja työtapasuunnittelussa tarvittavaa tietoa apusilloista.

Ohje on laadittu Liikenneviraston tilaamana konsulttityönä, jossa tekstin kirjoittajina ovat toimineet Janne Wuorenjuuri, Henrik Arkima, Antti Artukka ja Juha Matikkala VR Track Oy:stä. Ohjeen laatimista on ohjannut Liikennevirastosta Ilkka Kuulas.

Helsingissä maaliskuussa 2015

Liikennevirasto  
Infra ja ympäristö -osasto

## Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	6
2	YLEISTÄ .....	7
2.1	Työ- ja junaturvallisuusnäkökohdat .....	7
2.2	Siltakalusto .....	8
2.3	Sillan päämitat, kuormitukset ja taipumat .....	11
2.4	Sillan käyttö erilaisilla radoilla .....	11
2.5	Varastointi .....	11
2.6	Kuljetus .....	12
2.7	Sallitut ajonopeudet sillalla .....	13
2.8	Perustaminen .....	13
2.9	Mitta- ja työtapapiirustus .....	13
3	ASENNUKSEN ESIVALMISTELUT .....	15
3.1	Eristettyjen kiskon aluslevyjen asennus .....	15
3.2	Jarrupalojen asennus .....	15
3.3	Tarkistustoimenpiteet ennen asennusta .....	16
4	APUSILLAN ASENNUS .....	17
4.1	Raiteen purku .....	17
4.2	Peruselementtien asennus .....	17
4.3	Laakerikiskon asennus .....	18
4.4	Apusillan nosto .....	19
4.4.1	Nostopisteet ja nostotavat .....	19
4.4.2	Nostoköydet .....	21
4.4.3	Vastuu köysien kunnosta .....	21
4.4.4	Nostoturvallisuus .....	22
4.5	Lasku laakereilleen .....	22
4.6	Siltapuoliskojen yhteen liittäminen .....	22
4.7	Radan rakentaminen .....	23
4.8	Radan käyttöönotto liikenteelle .....	24
5	TOIMENPITEET KÄYTÖN AIKANA .....	25
5.1	Kiskojen aseman tarkkailu .....	25
5.2	Painumien korjaaminen .....	25
5.3	Kallistuksen korjaaminen .....	27
5.4	Muut toimenpiteet .....	27
6	APUSILLAN PURKU .....	29
7	KÄYTÄNNÖN KOKEMUKSIA TÖIDEN JÄRJESTELYISTÄ .....	30
7.1	Tarvittava välineistö .....	30
7.2	Tarvittava työvoima .....	31
7.3	Työsuunnitelma ja – aikataulu .....	31
	VIITTEET .....	32
Liite 1	Varustelaatikon tarvikeluettelo	
Liite 2	Muu tarvikeluettelo	
Liite 3	Esimerkki työmaan välineistöstä	
Liite 4	Esimerkki asennuksen aikataulusta	
Liite 5	Piirustusluettelo ja piirustukset	

# 1 Johdanto

Asennusohjeen ja siihen liittyvän piirustussarjan tarkoituksena on opastaa nostamaan apusiltaa, kuljettamaan se siltapaikalle sekä suorittamaan sen asennus. Lisäksi mukana on ohjeet sillankorottamiseksi ja kallistamiseksi perustusten painumien niin vaatiessa ja ohjeet apusillan käytön aikana tarvittavien töidentekemiseksi sekä apusillan purkamiseksi.

Apusilta on tarkoitettu väliaikaiseksi sillaksi, joko korjaustöiden tai esimerkiksi uuden sillan rakentamisen ajaksi. Apusillan matalan rakennekorkeuden vuoksi apusillan alla voidaan rakentaa pysyvä silta liikenteen kulkua estämättä. Apusilta on usein kilpailukykyinen ratapihojen läheisyydessä ja muilla rataosuuksilla, joilla nopeusrajoitus on pieni. Apusillan pituus tulee myös huomioida apusillan soveltuvuuden arvioinnissa. Apusillat ovat kilpailukykyisiä myös tilanteissa, joissa sillan tunkkauksessa tarvittavan siirtoradan rakentamiselle ei ole tilaa.

Apusillat perustetaan yleensä omille perustuksilleen, joihin käytetään useimmiten puuratapölkkyistä koottua pölkkyäladosta. Apusillasta ja sen perustuksista on olemassa valmiit tyyppiratkaisut. Apusillat voidaan perustaa myös etukäteen rakennettujen, sillan lopullisten tukien varaan.

Apusiltoja voidaan asentaa myös peräkkäin kaksi tai useampia, jolloin on mahdollista rakentaa pidempi silta apusiltojen alla. Apusiltojen välituet perustetaan usein porapaalutuksiin, jolloin vältetään syviltä kaivannoilta.

Apusiltojen perustaminen ja taustojen tukiseinien asentaminen tulee aina tehdä geosuunnittelijan suunnitelmien ja ohjeiden mukaisesti.

Apusilta asennetaan yleensä lyhyissä liikennekatkoissa, minkä vuoksi asentamiseen tulee valmistautua huolella, sekä työhön tulee varata riittävästi varakalustoa sekä riittävästi henkilöstöä.

Apusillat vaativat käytön aikana jatkuvaa tarkkailua. Varusteiden, eristyslevyjen ja kiinnitysten kulumaa sekä perustusten siirtymiä ja painumia tulee tarkkailla. Jatkuva tarkkailu edellyttää apusillan instrumentointia, esimerkiksi siirtymää seuraavalla mittarilla tai mittauspisteellä. Lisäksi työmaalla tulee tehdä pöytäkirjaan merkintä mittaustuloksista ja tarvittaessa lähettää mittauseraportti suunnittelijalle määräväleihin.

Apusillasta/apusiltajonosta tulee laatia mitta- sekä työtapapiirustus. Piirustukset tarvitaan, jotta työmaalle osataan hankkia oikea apusiltatyypin perustuksineen sekä apusiltajonossa oikeat varusteet sekä asentaa apusilta oikeaan asemaan. Työtapapiirustusta urakoitsija käyttää kaivumassojen ja tukiseinien määrien arvioimiseen ja työn toteutuksen suunnitteluun.

20 m:n apusiltoja on kaksi sarjaa, AS 20 - 1...4 piirustus Srj 4260 ja AS 20 - 5...18 piirustus Srj 4593. Apusiltaohje on tehty alun perin piirustussarjalle AS 20 - 1...4, jonka vuoksi tekstin piirustusnumerot viittaavat ainoastaan em. sarjaan. Ohjetta voidaan soveltaa myös piirustussarjalle AS 20 - 5...18. Tämän sarjan piirustukset on lisätty kohtaan 9.



## 2 Yleistä

### 2.1 Työ- ja junaturvallisuusnäkökohdat

Apusillan sijainti liikennöidyllä raiteella vaatii erityistä huomiointia työntekijän turvallisuudesta. Apusillan kanssa työskenneltäessä noudatetaan Radanpidon turvallisuusohjeita (TURO) /1/. Työntekijällä tulee TUROn mukaiset turvallisuuspätevyudet ja työntekijät pitää perehdyttää työmaan olosuhteisiin. Työntekijöiden varustuksessa, suojaissa ja apuvälineissä noudatetaan TUROa ja työturvallisuuslainsäädäntöä.

Jokainen rautatiealueella työskentelevä on velvollinen ilmoittamaan havaitsemistaan turvallisuuspoikkeamista. Päättöteuttajan rautatieturvallisuudesta vastaava henkilö tarkastaa työmaan rautatieturvallisuuden näkökulmasta viikoittain. Apusillan varusteiden kuntoa tulee seurata ja puutteet pitää korjata.

TUROn mukaisesti rautatiealueella tehtävä työ luokitellaan ratatyöhön, joka tehdään liikenteenohjaajan antamalla luvalla ratatyöhön, turvamiesmenettelyyn ja rautatiellä tehtävään muuhun työhön /1/. Kun työkonc tai sen osa on työn aikana raiteen RSU:ssa (ratatyön suojaulottuma), työ tehdään liikenteenohjauksen antamalla luvalla ratatyönä.

Turvamiesmenettelyä käytetään turvaamaan liikennöidyn raiteen RSU:ssa jalkaisin tehtäviä töitä, jotka eivät ole ratatyötä. Turvamiesmenettelyä voidaan käyttää myös tilanteissa, joissa halutaan varmistaa, etteivät työkoncet tai henkilöt mene liikennöidyn raiteen RSU:aan sekä tilanteissa, joissa halutetaan varoittaa ohiajavasta junasta tai muusta yksiköstä.

Apusillan alla työskentely (RSU:n alapuolella) on rautatiellä tehtävää muuta työtä, mikäli työssä ei vaikuteta radan rakenteisiin tai laitteisiin eikä se aiheuta vaaraa tai haittaa rautatieliikenteelle. Esimerkiksi tilanteissa, joissa työssä käytettävät työkoncet tai niiden osat ulottuvat liikennöidyn raiteen RSU:aan, apusillan alla työskennellään liikenteenohjauksen antamalla luvalla ratatyöhön. Ratatyömenettely käsitellään tarkemmin TURO:n /1/ luvussa 5, turvamiesmenettely luvussa 6 ja muut rautatiealueella tehtävät työt luvussa 7.

Apusillan alla rakennettaessa pitää apusillan alapinnan ja siltakannen pintarakenteiden väliin jättää vähintään 150 mm työtilaa. Tämä vaikuttaa lopulliseen rakenteeseen siten, että sepeilitukikerroksen paksuudeksi tulee 650 mm.

Apusillan ympäristössä tehtävien nostotöiden osalta noudatetaan TUROn /1/ lukua 8.7 ja telineiden osalta lukua 8.8. Sähköradan suojaetäisyydet on esitetty TURO:n luvussa 1.6 ja Sähkörataohjeissa (Ratahallintokeskuksen julkaisu B 22) /2/. Nostolaitteelle ja telineille tehdään käyttöönottotarkastus. Mikäli nostolaitteen työskentelyalue tai teline ulottuu viittä metriä lähemmäs sähköistetyr radan jännitteisiä rakenteita tai paluujohdinta, nostolaitteen tai telineen pystyttäjän on ennen käyttöönottoa pyydettävä turvallisuustarkastus Liikenneviraston edustajalta. Lisäksi sähköradan läheisyydessä tehtäviin nostoihin on nimettävä sähköturvallisuushenkilö ja telineille tehdään käyttösuunnitelma.

Sähköratatöissä noudatetaan Sähkörataohjeita (Ratahallintokeskuksen julkaisu B 22) ja voimassa olevaa sähköturvallisuuslainsäädäntöä. Työaikainen sähkötyöturvallisuus varmistetaan Sähkörataohjeiden mukaisesti.

Rataverkon nopeusmuutokset tehdään Rataverkon nopeusmuutosten hallinta -ohjeen (Liikenneviraston ohjeita 12/2015) /4/ mukaisesti. Apusillalla yksiköiden ajonopeus rajoitetaan sillalle sallittuun ajonopeuteen tämän ohjeen luvun 2.7 mukaisesti.

Apusillan käytön aikaisia painumia tulee seurata. Radan painuma tapahtuu yleensä apusillan asentamisen ja poistamisen jälkeen. Tällöin junan ajonopeutta on hetkellisesti rajoitettava vähintään 50 km:iin/h, kunnes radan painuman on mitattu olevan hallinnassa.

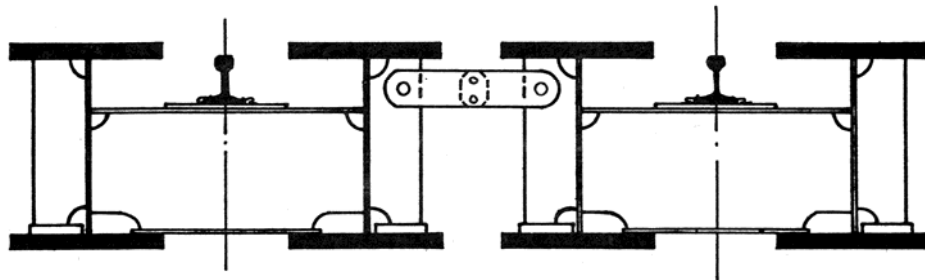
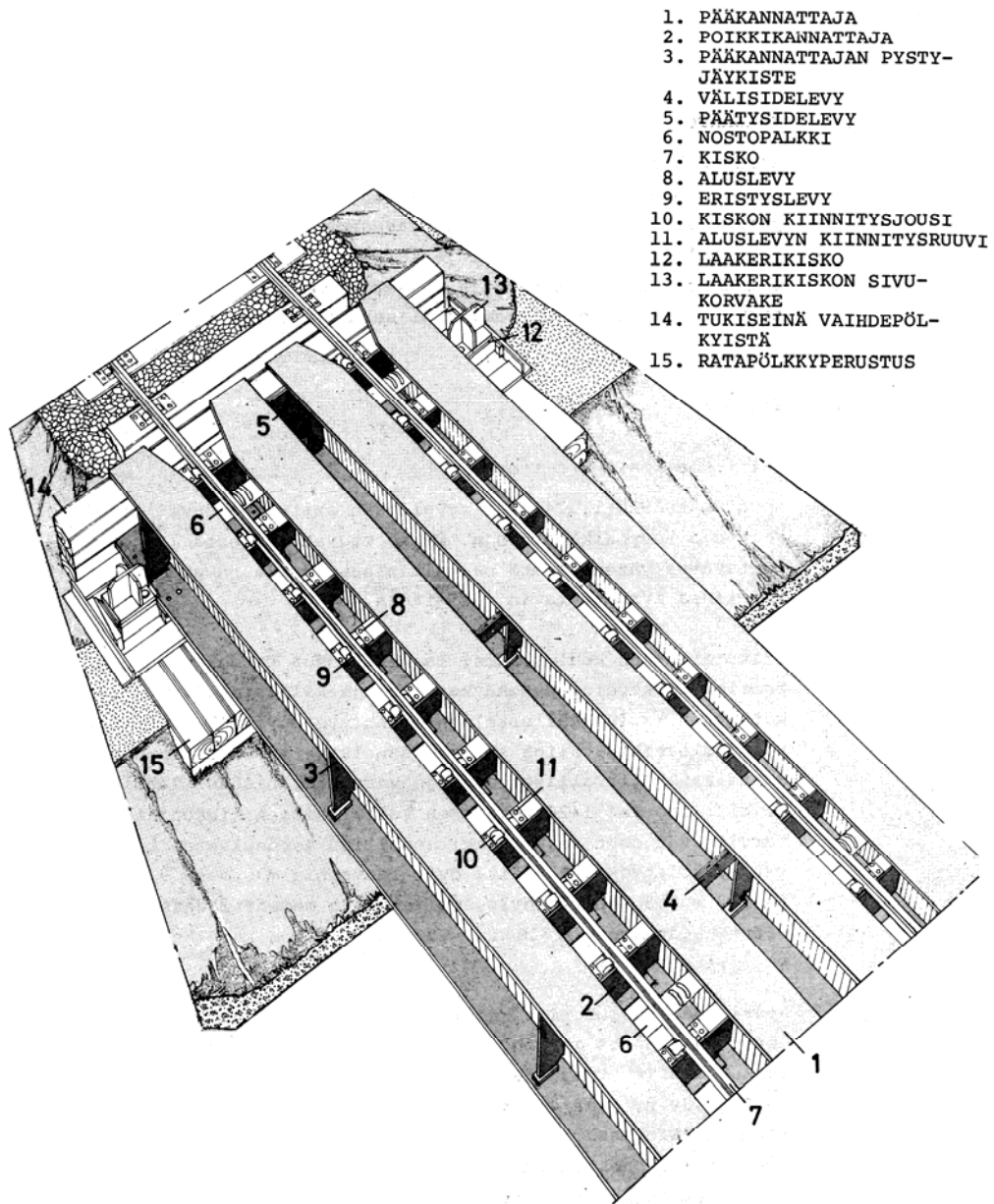
Kiskojen kiinnitys tulee tehdä tarvittavien ohjeiden ja määräysten mukaisesti ja sen pitää täyttää RATO 11 luvun 11.3 vaatimukset. Kun käytetään apusiltajonoa, kisko on hitsattava aina jatkuvaksi, yksittäisen apusillalla tapauksessa käytetään kunnossapitäjän ohjeistusta.

## 2.2 Siltakalusto

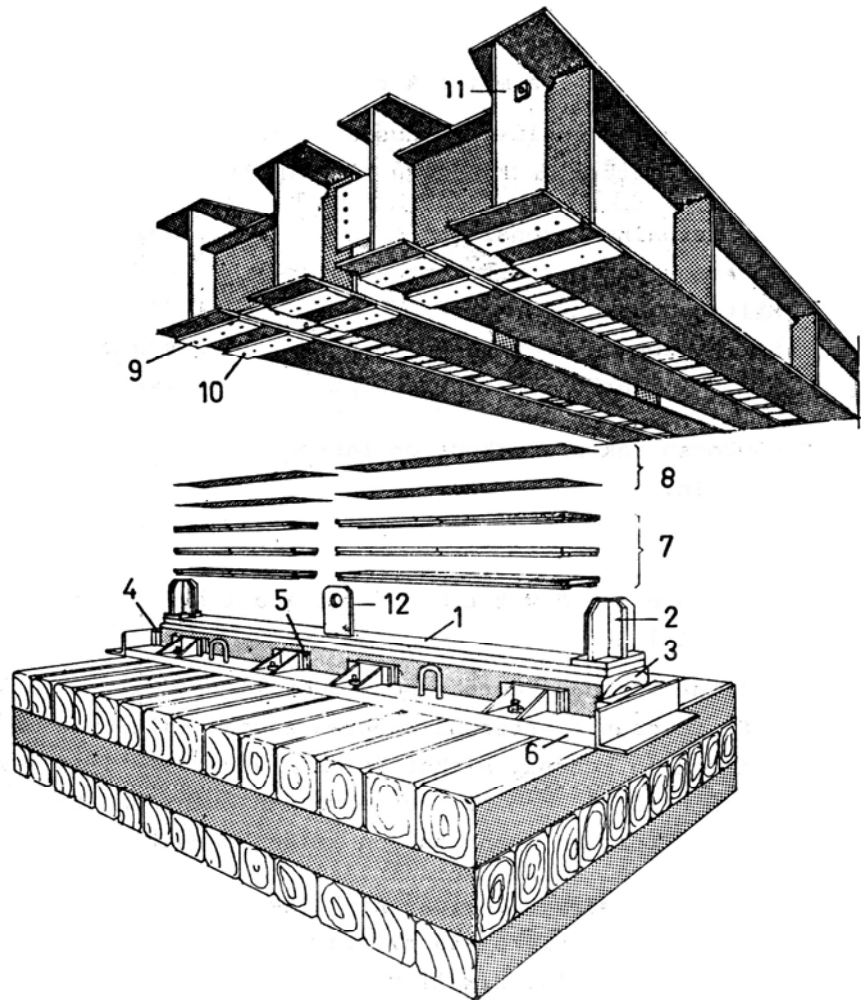
Apusillat AS 20 - 1..4 ovat tyypiltään osittain ruuviliitoksin koottuja levypalkkisilloja. Ne koostuvat kahdesta kiskoa kannattavasta yhtenäisestä palkkiparista, jotka on yhdistetty toisiinsa irrotettavin välisitein.

Siltakalustoon kuuluu kaksi laakerikiskoa korvakkeineen ja kumilevyllaakereineen sekä korotus- ja kallistuslevyt. Lisäksi kalustoon kuuluu välisiteiden kiinnitysruuvit ja asennusosien varustelaatikko. Siinä säilytetään laakerikiskoa lukuun ottamatta kaikki irralliset osat ja varaosat. Lisäksi laatikossa on piirustuksen Raj 1426 mukaiseen väliaikaiseen kiskonjatkokseen tarvittavat osat sekä kaikki apusillan asennuksessa tarvittavat erikoistyökalut. Näitä ovat ruuveihin sopivat hylsyavaimet sekä momenttiavain, jonka vääntökapasiteetti on 710 kNm. Varustelaatikon tarvikeluettelo on liitteessä 1.

Apusiltaan kuuluu piirustuksen Raj 1383 mukaiset eristetyt aluslevyt 54E1 -kiskoa varten. Piirustuksessa Raj 1392 on esitetty erikoisaluslevyt, joiden avulla kisko voidaan asentaa kaarelle  $R=500$  m. Piirustuksessa Srj 04593: 006A on esitetty nostopalkit, joita käytetään kun apusilta nostetaan kokonaisena. Tarvikeluettelo on esitetty liitteessä 2. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty apusillan pääosat ja laakerointiosat



Kuva 1. Apusillan pääosat ja poikkileikkaus.



- 1 LAAKERIKISKO
- 2 LAAKERIKISKON SIVUKORVAKE
- 3 ALUSPARRU
- 4 KIILAT
- 5 KIILAT
- 6 YLÄPUOLINEN TERÄSKEHYS
- 7 KOROTUS- JA KALLISTUSLEVY
- 8 KLOOROPREENILEVY
- 9 JARRUPALAT
- 10 JARRUPALOJEN KIINNITYS-  
RUUVIT
- 11 MAADOITUSKORVAKE
- 12 KESKIKORVAKE

Kuva 2. Apusillan laakerointiosat.

## 2.3 Sillan päämitat, kuormitukset ja taipumat

Seuraavassa on taulukkomuodossa esitettyä apusillan asennuksen suunnittelun kannalta tärkeimmät mitat.

Taulukko 1. Apusillan päämitat ja painot.

	AS 20 - 1...4	AS 20 - 5...18
Asennuspaino kokonaisena ilman kiskoja / kiskojen kanssa	437 kN / 452 kN	427 kN / 441 kN
Rakennekorkeus (Kv - rakenteen laipan ap)	477 mm	497 mm
Rakennekorkeus (Kv - rakenteen ap) sis. ruuvin kannan + aluslevyn	496 mm	497 mm
Siltapuoliskon leveys	1 400 mm	1 240 mm
Sillan kokonaisleveys	2 999 mm	2 839 mm
Taipuma (määrittäällä) kalustolla; ks. teksti taulukon alapuolelta.	44,1(42 mm)	44,1(42 mm)

Apusilta piirustussarja AS 20 - 1...4 on mitoitettu vanhalle vuoden 1948 kuorma-kaaviole ja piirustussarja AS 20 - 5...18 on mitoitettu vanhalle vuoden 1974 kuorma-kaaviole. Taipuma määrittäällä kalustolla on laskettu kaksinedossa olevalla, jo pois käytöstä otetulla Dr 12 (Hr 12) veturilla. Taipumat ovat edellä mainittua suurempia standardin SFS-EN 15528+A1 mukaisilla 25 tonnin akselipainon kuormakaaviole E4. Taipuma on E4 (sfs-en 15528+a1) mukaisella kalustolla 44,1 mm.

## 2.4 Sillan käyttö erilaisilla radoilla

Apusiltaa voidaan käyttää sekä suoralla radalla että kaarteessa. Se voidaan kaarteessa asentaa samaan kaltevuuteen raiteen kallistuksen kanssa. Kiskot voidaan asentaa sillalle sekä R = 500 m:n että R = 800 m:n kaarella yhteen suuntaan. Haluttaessa kaarevuus toiseen suuntaan, on silta käännettävä.

Apusillan aluslevyt sopivat kiskolle 54E1, mutta niihin voidaan kiinnittää myös K43-kisko piirustuksen Raj 184173 mukaisten tätekappaleiden avulla. Mikäli radassa on K30- tai 60E1-kiskoa, vaihdetaan se sillan kohdalla 54E1 -kiskoon, jolloin sen päissä käytetään piirustuksen Raj 1063 mukaisia liityntäkiskoja. 60E1- ja 54E1-kiskojen välinen liitos voidaan tehdä ilman liityntäkiskoja.

## 2.5 Varastointi

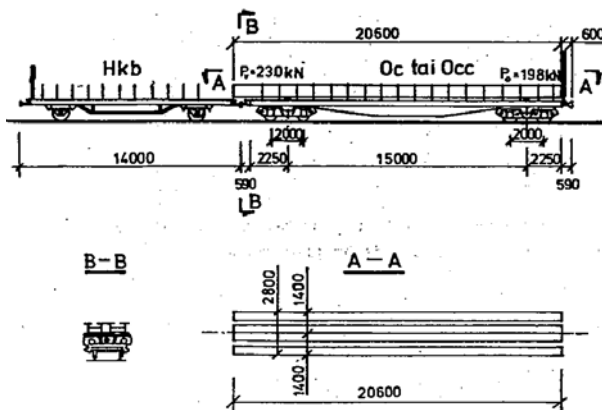
Apusilta voidaan varastoida sekä kokonaisena että kahteen puoliskoon jaettuna. Puoliskot voidaan tarvittaessa latoa päällekkäin. Apusilta on itsekantava ja voidaan tukea pääkannattajien alta mielivaltaisista kohdista. Tuenta on suoritettava siten, että ulommaisten jarrupalojen kääntäminen on mahdollista.

## 2.6 Kuljetus

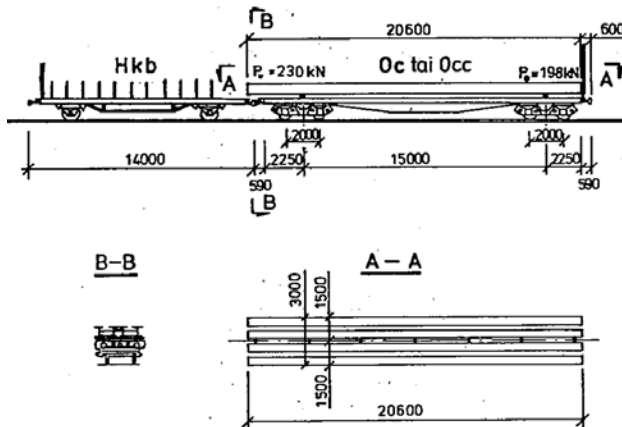
Apusilta voidaan kuljettaa maanteitse tai rautateitse tai näiden yhdistelmänä. Se voidaan kuljettaa sekä koottuna että puoliskoina.

Maantiellä kuljetettuna kuljetusluvat tulee selvittää tapauskohtaisesti viranomaiselta (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus).

Rautateitse tapahtuva kuljetus suunnitellaan rautatieliikennöitsijän kanssa. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty esimerkkinä miten apusiltoja voidaan kuljettaa rautateillä.



Kuva 3. Apusillan kuljetus Oc- tai Occ-vaunussa puoliskoina.



Kuva 4. Apusillan kuljetus Oc- tai Occ-vaunussa koottuna.

## 2.7 Sallitut ajonopeudet sillalla

Suurin sallittu nopeus apusillan yli ajettaessa on ehdottoman hyväkuntoisella raiteella 70 km/h sekä suoralla radalla että 800 m:n kaarteessa ja 50 km/h kaarresäteen ollessa 500 m. Mikäli rataosalla kulkee kalustoa, jossa akselipainot ovat 25 tonnia (E4), on tällöin asetettava nopeusrajoitukseksi 30 km/h.

Annetut nopeudet koskevat sekä kallistamatonta että kallistettua raidetta.

Työmaan turvallisuus saattaa vaatia näitäkin alhaisempia nopeuksia, kuten myös radan huonokuntoisuus.

## 2.8 Perustaminen

Apusillan perustaminen suunnitellaan rakennussuunitelman tarkkuudella sillan suunnittelijan ja geoteknisen suunnittelijan yhteistyönä. Työssä tulee ottaa huomioon siltaan välittömästi liittyvien muiden rakenteiden, kuten mahdollisen kaivannon toteuttaminen ja sen suunnitelmat.

Geoteknisessä suunnittelussa noudatetaan Liikenneviraston voimassa olevia ohjeita, joista keskeisimmät ovat:

- NCCI 7
- Siltojen geotekninen suunnittelu
- RATO 3

Siltapaikkojen pohjasuhteet selvitetään ohjeen Geotekniset tutkimukset ja mittaukset mukaan.

Apusillan alle tulevan kaivannon syvyyden ja laajuuden perusteella valitaan matalin mahdollinen perustyyppi, jolla voidaan selvittää ilman tukiseiniä. Tukiseinän tarve esitetään perustamissuunnitelmassa.

Kaivantoluiskan tai tukiseinän ratapölkkyperustuksen edessä tulee olla vähintään 1 m vapaata tilaa perustamistasossa.

## 2.9 Mitta- ja työtapapiirustus

Apusillasta/apusiltajonosta tulee laatia kohdekohtainen mitta- sekä työtapapiirustus. Piirustuksia tarvitaan, jotta työmaalla pystytään apusilta asentamaan oikeaan asemaansa, sekä arvioimaan ennen työtä kaivumassat ja tukiseinien määrät. Mitta- ja työtapapiirustuksissa tulee esittää ainakin seuraavat asiat:

- raiteen vaaka- ja pystygeometria sekä korkeusviiva kallistuksineen (nykyinen ja tuleva)
- nykyisen ja tulevan kv:n korot keskellä apusiltaa ja perustuselementtien tukilinjoilla
- aukean tilan ulottumat (=ATU) tulee esittää, sekä mitat kriittisiin rakenteisiin
- apusilta ja perustustyyppin numero

- perustuselementtien perustamistasot, siirtymälaatat
- tukiseinätasot, ohjeelliset tuentatasot
- kaivantojen laajuus ja tuenta
- raiteen kiskotyyppi ja liittyminen apusillan kiskoon
- raiteen tuentasuunnitelma apusillan poiston jälkeen
- työmaan kulkusuunnitelma työmaateineen
- mahdolliset työtasot paalutustöille
- raiteen kiilaus apusillan molemmin puolin
- siltapaikalla junien sallitut kulkunopeudet
- sallitut perustusten painuma-arvot
- sallitut apusillan kansirakenteen taipuma-arvot
- radan sähkö- ja turvalaitteet



## 3 Asennuksen esivalmistelut

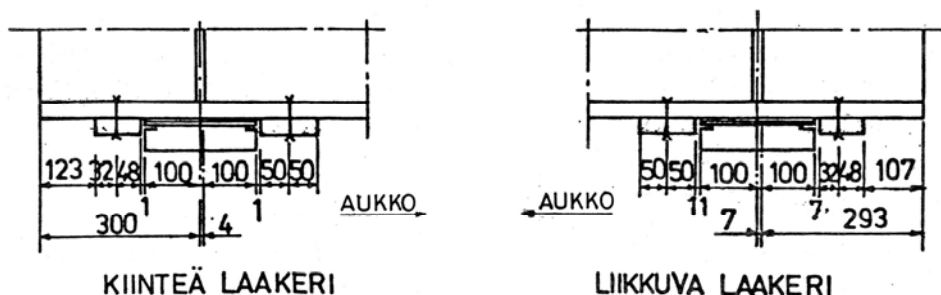
### 3.1 Eristettyjen kiskon aluslevyjen asennus

Apusiltaan asennetaan etukäteen suunnitelmien mukaiset kiskon aluslevyt, jotka eristetään sähköisesti muovilevyillä sekä -holkeilla siltarungosta. Normaalialuslevyillä (piirustus Raj 1383) kiskot asennetaan joko suoraksi tai kaarelle  $R = 800$  m. 800 m:n säde saadaan laittamalla kiinnitysruuvit kaarella oleviin reikiin. Erikoislevyillä (piirustus Raj 1392) kiskot asennetaan kaarelle  $R = 500$  m. Kyseessä olevat kaarevuudet saadaan sillalla vain yhteen suuntaan, joten tarvittaessa silta käännetään toisinpäin.

Kun aluslevyt on asennettu paikoilleen, suoritetaan eristyslevyjen kunnon tarkistus mittaamalla niiden vuotovastus, jonka tulee olla vähintään  $100 \Omega$ . Mikäli vastus ei ole riittävä, etsitään vuotava eristyslevy tai -holkki ja vaihdetaan se uuteen.

### 3.2 Jarrupalojen asennus

Jarrupalat asennetaan etukäteen siltakohtaisessa suunnitelmassa esitettyä laakerointisuunnitelmaa vastaavaan asentoon. Liikkuvassa laakerissa on jarrupalojen välinen tila 218 mm ja kiinteässä laakerissa 202 mm. Muutos tapahtuu kääntämällä ulommat jarrupalat, joiden reiät ovat epäsymmetrisesti, toisin päin. Sisäpuolen symmetriset jarrupalat ovat pysyvästi paikoillaan.



Kuva 5. Laakerikiskon asema eri laakerointitapauksissa.

Liikkuvalla laakerilla laakerikiskon asema jarrupalojen välissä riippuu asennuslämpötilasta. Kuvassa 5 on laakerikiskon asema esitettyinä lämpötilassa  $0^\circ\text{C}$ . Muissa lämpötiloissa vastaavat mitat ovat seuraavat:

Asennuslämpötila ( $^\circ\text{C}$ ):	Laakerikiskon liikevarat (mm): [Vasen/Oikea]
-30	18/0
-20	16/2
-10	13/5
0	11/7
+10	8/10
+20	6/12
+30	4/14

### 3.3 Tarkistustoimenpiteet ennen asennusta

Koska apusillan asennus on suoritettava yleensä suhteellisen lyhyen liikennekatkon aikana, on asennustyön onnistuminen varmistettava tarpeellisilla toimenpiteillä. Lisäksi on varmistettava käytettävissä olevan asennusajan riittäminen suorittamalla ne asennusaikaiset työt etukäteen, jotka on mahdollista suorittaa.

Siltaosat tarkastetaan etukäteen. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota liitososiin, joissa ei saa olla vääntymiä, jotka voivat haitata yhteen liittämistä. Varminta on suorittaa koeasennus siltapaikan läheisyydessä. Tämä on suositeltavaa ainakin silloin, kun asennusaika on lyhyt ja asentajat ovat tottumattomia. Koeasennuksessa silta kootaan samoin kuin lopullisessa asennuksessaakin. Ruuveja ei kuitenkaan tarvitse vääntää kiinni.

## 4 Apusillan asennus

### 4.1 Raiteen purku

Työaikainen sähkötyöturvallisuus on varmistettava Sähkörataohjeiden mukaisesti. Työ edellyttää jännitekatkoa. Urakoitsijan on hyvissä ajoin ennen työtä, valittava sähköurakoitsija, jolla on vaadittavat pätevyydet tehdä jännitekatko. Sähköurakoitsija vastaa koko jännitekatkoprosessista Sähkörataohjeiden mukaisesti ja tekee jännitekatkopyynnön kahta viikkoa ennen aiottua työtä. Lisäksi mikäli nosturien vaatima työtila sitä vaatii, siirretään johtimet sivuun työn ajaksi.

Ennen raiteen purkua mitataan sen korkeusasema sekä sijainti radan poikkisuunnassa. Samoin määritetään kiskon jatkoskohdat, jotka on syytä tehdä vähintään 3 m laakerilinjan taakse, jottei jatkoskohta saisi ylimääräisiä rasituksia sillan kulmanmuutoksesta tuella eivätkä kiskonpäätt häittäisi perustusten asennusta. Syvien peruskuoppien kaivu saattaa vaatia jatkoskohtien viemistä vieläkin kauemmaksi. Mikäli sillan päissä käytetään liityntäkiskoja, määräytyy jatkoskohta näiden ja sillalla olevan kiskon yhteispituuden perusteella.

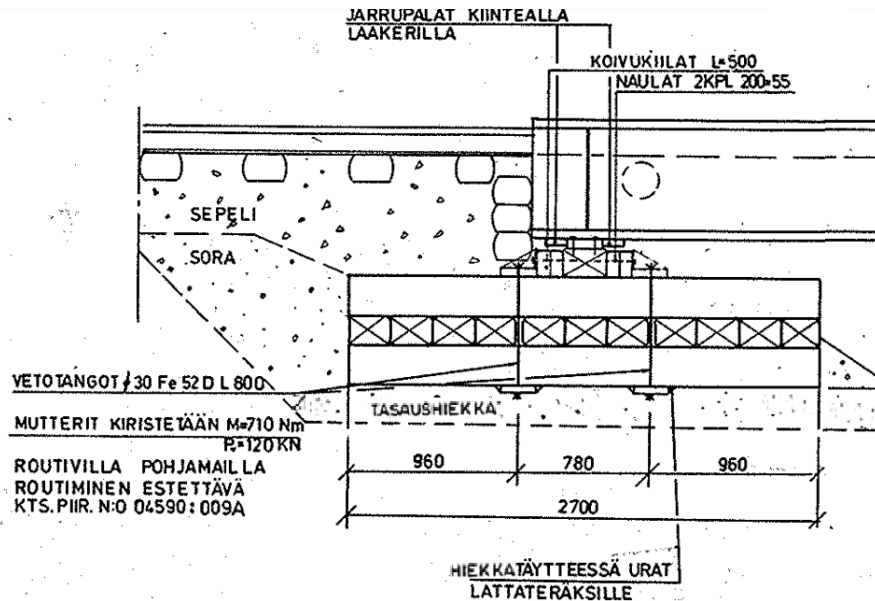
Sähköistetyllä radalla kiskot ovat osa virtatietä. Ennen kiskojen katkaisua on katkaisukohdan ohi asennettava ohitusjohdin Sähkörataohjeiden mukaisesti. Ohitusjohdolla estetään vaarallisten jännitteiden muodostuminen kiskojen päiden väliin. Tämän jälkeen katkaistaan kiskot noudattaen kiskonkatkaisuohteita, irrotetaan pölkkyistä ja siirretään sivuun. Siirto nostamalla on suoritettava noudattaen kiskonnosto-ohjeita siten, ettei kiskoon synny pysyviä muodonmuutoksia kiepahduksen tai liian suuren taipuman johdosta, koska samaa kiskoa käytetään sillassa ja sen purkamisen jälkeen uudelleen radassa. Sen jälkeen siirretään ratapölkkyt sivuun ja poistetaan sepeli vähintään tasoon KV-o.60 m.

Raiteen purku voidaan suorittaa myös siten, että se siirretään kokonaisuena elementtinä sivuun ja irrotetaan vasta tämän jälkeen sopivan tauon aikana kisko pölkkyistä, jolloin päästään aloittamaan kaivutyöt nopeammin.

Jatkuvaksi hitsatussa radassa poistetaan kaikkien sillan kohdalle osuvien hitsijatkosten purseet hiomalla, mikäli ei mitaamalla ole todettu, että ne eivät osu poikkikannattajan kohdalle, koska ne estävät kiskon kiinnittämisen siltaan.

### 4.2 Peruselementtien asennus

Peruskuopan pohjalle rakennetaan suunnitelman mukainen arina. Täyttö tasataan ja tiivistetään oikeaan korkotasoon ja kaltevuuteen 50 mm tasaushiekkakerroksella. Täyttöön kaivetaan urat peruselementin alapuolista teräskehikkoa varten, koska se ei painu tiivistettyyn täytteeseen rakenteen omasta painosta. Kuvassa 6 on esitetty ratapölkkyperustus tasaushiekan päälle asennettuna.



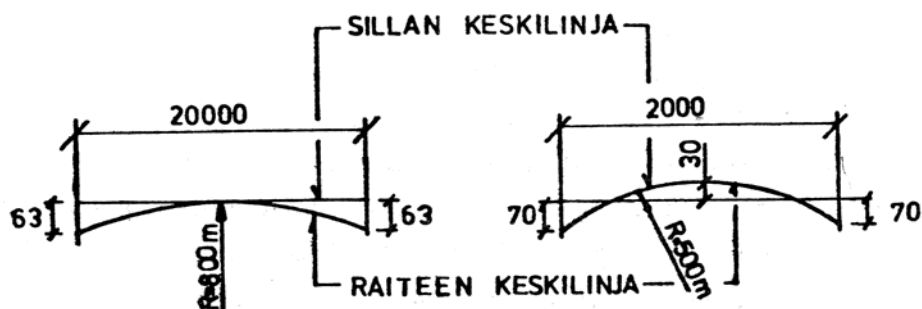
Kuva 6. Esimerkki tyypin 1 mukaisesta ratapölkkyperustuksesta

## 4.3 Laakerikiskon asennus

Laakerikiskon asemat on mitattava tarkasti paikoilleen sekä sillan pituus- että erityisesti poikkisuunnassa. Laakerikisko, joka on kiinnitetty alusparruun, tuetaan alusrakenteisiin alusrakennesuunnitelmassa osoitetulla tavalla. Ennen sillan nostoa laakereilleen on ainakin viimeiseksi paikoilleen laskettavan pään laakeripalkin oltava liikkuva sillan pituussuunnassa. Näin varmistutaan siitä, että laakerikisko voidaan tarvittaessa siirtää asennusvaiheessa ja laakereille lasku onnistuu.

Laakerikiskoa asennettaessa tarkistetaan, että se on oikeassa korkeustasossa (laakerikiskon yläpinta KV-0.487) ja vaakasuorassa, elleivät siltakohtaiset suunnitelmat edellytä raiteen kallistusta kaarteissa. Mikäli korkeusasema on virheellinen, voidaan se korjata siltakalustoon kuuluvilla korotuslevyillä. Vastaavasti kallistusta voidaan korjata kallistuslevyillä piir. nro Srj 04260-00sA mukaisesti.

Laakerikisko asennetaan siten, että se on kohtisuorassa sillan pituusakselia vastaan. Suoralla radalla tulee laakerikiskon keskikohdan osua raiteen keskilinjalle, mutta kaarteissa sillan keskilinja ja vastaavasti laakerikiskon asema siirtyy ulkokaarten suuntaan 500 m:n säteellä 70 mm ja 800 m:n säteellä 63 mm (katso kuva 7).

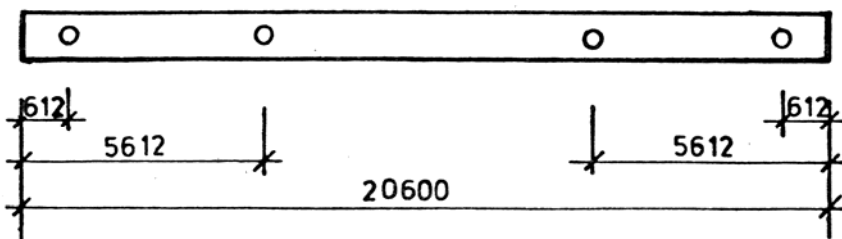


Kuva 7. Laakerikiskon keskikohdan ja raiteen keskilinjain sijainnin poikkeama radan kohtisuorassa suunnassa apusillan päissä.

## 4.4 Apusillan nosto

### 4.4.1 Nostopisteet ja nostotavat

Kummassakin siltapuoliskossa on nostopisteet siltajänteen päissä ja neljännespisteissä. Nostopisteet ovat sylinterejä, joihin on tehty korvakkeilla urat nostoköysiä varten. Nostopisteiden tarkka sijainti on esitetty kuvassa 8.



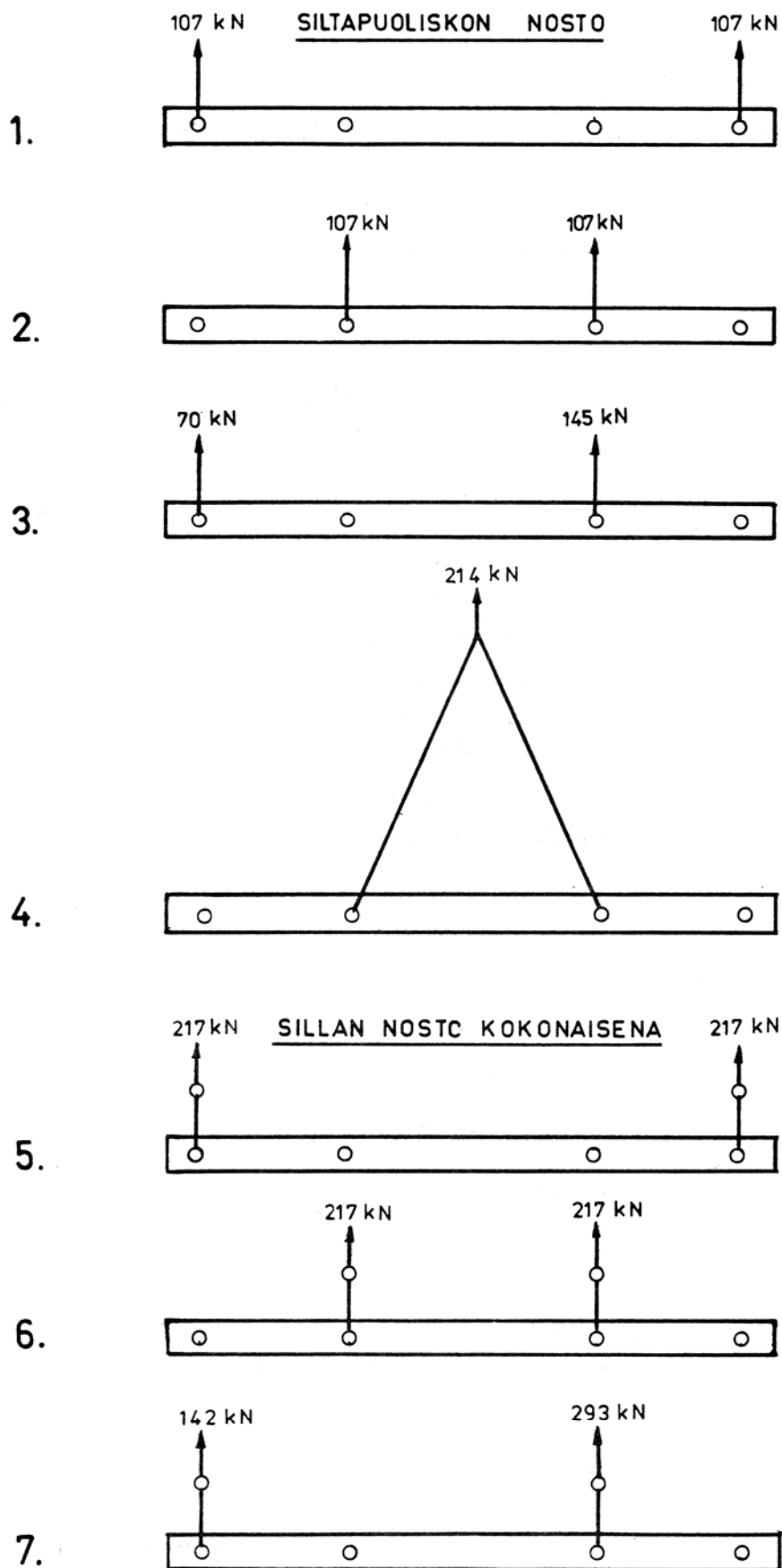
Kuva 8. Nostopisteiden paikat.

Siltapuolisko voidaan nostaa neljällä eri tavalla (kuva 9 nostotavat 1-4).

Nostettaessa silta koottuna, joudutaan käyttämään apuna erillistä nostopalkkia (piirustus Srj 04593:006A) sekä irrottamaan siltapuoliskoja yhdistävät päätylevyt, jotteivät ne aiheuttaisi epätasaisesti jakautuvia köysivoimia (kuva 9 nostotavat 5-7).

Kuvassa 9 on esitetty periaatteellisesti kaikki seitsemän nostotapaa sekä sillan painosta nosturinkoukkuun aiheutuvat voimat ilman sysäysten aiheuttamia vaikutuksia.

Sillan nostossa tulee huomioida ratakiskojen paino. Apusillan massassa ei ole huomioitu ratakiskoja. Ratakiskot painavat normaalisti noin 54 kg/m, esimerkiksi käytetäessä 2x25 m kiskoja on kiskojen massa 2700 kg.

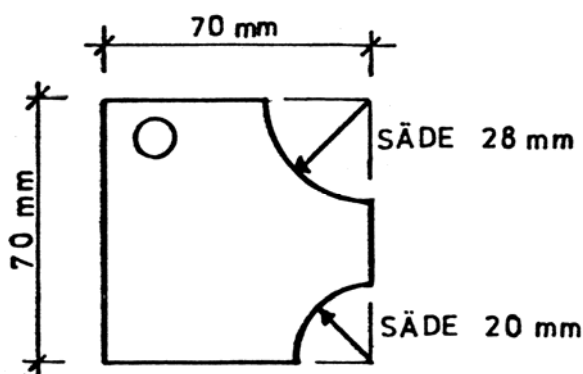


Kuva 9. Apusillan eri nostotavat.

#### 4.4.2 Nostoköydet

Apusillan asennusosien varustelaatikko on varustettu kahdeksalla vakiököydellä, joiden tekniset vaatimukset ja noston yksityiskohdat on esitetty piirustuksessa Srj 04260:201A. Vakionostoköydet on tarkoitettu nostotavoille 1, 2, 3, 5, 6 ja 7. Nostotavoissa 5, 6 ja 7 tarvitaan lisäksi piirustuksen Srj 04260:202A mukaisia köysiä. Nostotavassa 4 tarvitaan piirustuksen Srj 04260:203B mukaisia köysiä.

Apusiltojen nostoon tarkoitettuja köysiä ei saa käyttää mihinkään muuhun nostoon. Köydet on nimenomaan tarkoitettu ripustettavaksi suoraan nosturin pääkoukkuun tai nostopalkkiin, eikä missään tapauksessa esim. erillisten raksien koukkuihin. Jos köysi taivutetaan liian pienisäteiselle kaarelle, on olemassa köyden katkeamisen, vioittumisen tai kulumisen vaara. Piirustuksiin Srj 04260:201A, 202A ja 203B on merkitty nosturin pääkoukun pienimmät sallitut ulkopuoliset kaarevuussäteet, jotka voidaan mitata esim. kuvan 10 mukaisella tulkilla.



Kuva 10. Tulkki nosturin pääkoukun kaarevuussäteen arvioimiseksi.

#### 4.4.3 Vastuu köysien kunnosta

Nostoköydet kuluvat nopeasti ja ne saattavat vioittua väärästä käsittelystä. Sen vuoksi on nostotyöstä vastaavan työnjohtajan tarkastettava köysien kunto etukäteen. Köysien kunnan arvostelu- ja hylkäysperusteena käytetään voimassa olevaa standardia (SFS-käsikirja 79-1 ja -2, 2010, Nostoköydet). Apuna voidaan käyttää myös saksalaisiin normeihin perustuvia hylkäysperusteita, jotka on esitetty kuvassa 11.

Vioittuneet köydet korvataan välittömästi uusilla. Vakiököysien (piirustus 04260:201) tulee olla keskenään samanpituisia, joten ne on tarpeen vaatiessa uusittava kaikki samanaikaisesti.

## HYLKÄYSPERUSTEET

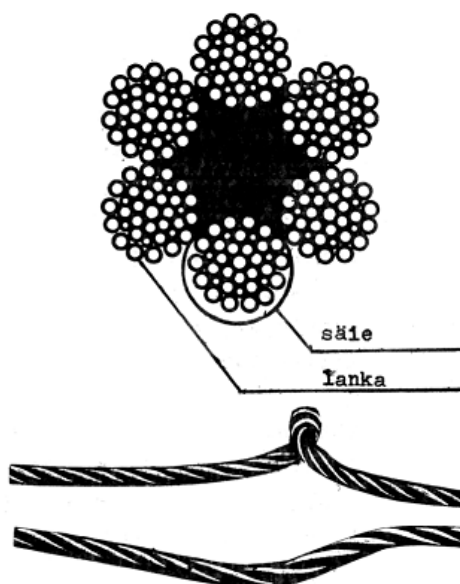
Teräsköysiraksin hylkääminen voidaan suorittaa standardin SFS käsikirjan 79-1/2. 2010 - mukaisesti. Seuraavassa esitettävät DIN 3088:n mukaiset hylkäysperusteet soveltuvat kuitenkin paremmin rakseille.

Teräsköysi on poistettava käytöstä kun sen huonimmassa kohdassa alla olevalla tarkastuspituudella todetaan näkyviä langankatkeamia taulukon osoittama määrä:

Tarkastettava pituus	$3 \times d$	$6 \times d$	$30 \times d$
Lankakatkeamia	4	6	16

Lisäksi raksi on hylättävä, jos jokin seuraavista vaurioista esiintyy:

- Katkennut säie.
- Pysyvä muodonmuutos, joka on pienentänyt köyden halkaisijaa yli 20 %.
- Sykkyrä.
- Löystynyt säie.
- Vauriot pujotuksessa tai puristusholkissa.
- Suuri kulumisaste.
- Korroosiovauriot.
- Muut vauriot, jotka ovat olennaisesti heikentäneet köyden lujuutta.



Sykkyrä ja oiennut sykkyrä. Köysi on vahingoittunut.

Kuva 11. Apuohjeita teräsköysien tarkastamiseen.

### 4.4.4 Nostoturvallisuus

Nostoissa on erityistä huomiota kiinnitettävä työturvallisuusmääräyksiin. Apusillan nostoista tehdään aina kirjallinen nostosuunnitelma, joka hyväksytään tilaajan edustajalla. Nostosuunnitelmassa on huomioitava rautatieympäristön erityispiirteet. Sääolosuhteiden vaikutus nostotyön turvallisuuteen on ennen nostotyön aloitusta erikseen selvitettävä.

## 4.5 Lasku laakereilleen

Kun siltapuoliskot lasketaan laakeripalkkien päälle, ohjaavat korvakkeet ne poikisuunnassa oikeille paikoilleen. Sovitusta sillan pituussuunnassa helpottaa se, että toisen pään laakeripalkki on irti ja voidaan näin ollen siirtää sopivaan kohtaan.

Kun silta on laskettu laakereilleen, kiinnitetään myös toisen pään laakerikisko alusparruineen perustuksiin huomioiden kohdan 3.2 laakerikiskon liikevarat eri asennuslämpötiloissa.

## 4.6 Siltapuoliskojen yhteen liittäminen

Välisidelevyt kiinnitetään ensin löysästi toisen siltapuoliskon pystyjäykisteisiin ja nostetaan vaakasuoraan, jolloin sidelevyn ja pystyjäykisteen reikien pitäisi toisessa siltapuoliskossa osua kohdakkain. Mikäli näin ei tapahdu, voidaan reikien kohdistamisessa käyttää apuna tuurnaa. Muutkin pakottamistoimenpiteet ovat mahdollisia, mutta hankalia ja aikaa vaativia (vrt. koeasennuksen tarpeellisuus). Lopuksi ruuvit kiristetään ruuvityypin ja kovuuden mukaan ruuvityypille suositeltuun esikiristykseen.



Esimerkiksi M30 8.8 mutterille suositellaan esikiristykseksi noin 1480..1597 Nm riipuen muun muassa kitkakertoimesta.

Yhteen liittämistä saattaa vaikeuttaa palkkien epätasainen lämpiäminen, joka käyristää siltapuoliskoja. Näin voi tapahtua, jos aurinko pääsee lämmittämään toista palkkia enemmän kuin toista. Tämä voidaan ehkäistä suojaamalla palkit auringonpaisteelta.

Siltapuoliskoja käyristymistä voidaan korjata pakottamalla puoliskot esim. taljalla, tunkilla tai "vanttiruuvilla" sopivalle etäisyydelle toisistaan. Siltapuoliskoja välistä etäisyyttä voidaan kasvattaa myös lämmittämällä niiden välistä tilaa lämpimällä ilmalla. Tällöin ei palkkien lämpötila saa paikallisestikaan nousta yli 60 °C.

Kun kolme keskimmäistä sidelevyä on kiinnitetty, voi juna rajoitetulla 30 km/h nopeudella ylittää sillan.

Sillan päissä olevat sidelevyt kiinnitetään viimeiseksi. Niitä ei ole syytä kiinnittää ennen kuin laakeripalkit on saatu kiinnitettyä alusrakenteisiin, koska ne estävät pääsyn siltapuoliskoja väliseen tilaan, joka saattaa olla tarpeen laakerikiskon kiiloja asennettaessa.

## 4.7 Radan rakentaminen

Sillan päätyyn ladotaan vaihdepölkkyistä 3,5 m:n pituinen seinämä, joka tukeutuu palkkien päihin. Tausta täytetään sepelillä, joka tiivistetään geosuunnittelijan suunnitelmien sekä ohjeiden mukaisesti. Sillan päädyistä poistetut ratapölkkyt asetetaan paikoilleen ja nostetaan kisko niiden päälle. Tämän jälkeen kisko kiinnitetään sekä siltaan että pölkkyihin ja asennetaan tarvittaessa kohdassa 1.3 mainitut liityntäkiskot.

Kiskonjatkokset tehdään normaalisti piirustuksen Raj 1426 mukaisena väliaikaisena jatkoksena. Mikäli kiskoa ei tulla myöhemmin hitsaamaan jatkuvaksi, voidaan jatkos tehdä myös piirustuksen Raj 1221 mukaan. Joskus saattaa olla tarpeen tehdä kisko jatkuvaksi hitsaamalla. Sähköistetyllä radalla suoritetaan jatkoskohdan silloitus, mikäli jatkosta ei ole tehty hitsaamalla sekä molempien siltapuoliskoja maadoitus paluuvirtakiskoon käyttäen apuna sillan maadoituskorvakkeita.

Kun kiskot ovat paikoillaan, tarkistetaan raiteen korkeusasema ja kallistus sekä asema poikkisuunnassa. Samoin tarkistetaan raideleveys, jonka tulee olla 1522 (+3/-1) mm, koska kaksoisraiteisuuden takia siirtymät voivat olla mahdollisia. Lisäksi varmistetaan silmämääräisellä tarkistuksella kiskoja jouheiden liittyminen toisiinsa jatkoskohdissa.

Lopuksi siirretään mahdollisesti sivuun siirretyt johtimet paikalleen ja kytketään niihin virta.

## 4.8 Radan käyttöönotto liikenteelle

Apusillan asentamisen jälkeen radan turvallisuus tulee varmistaa hyväksyttämällä työ radan kunnossapidosta vastaavalla (RATO 13.7 ratatyön vastaanotto /3/). Apusillan maadoituksen tulee olla myös vaatimusten mukainen.

Apusillan poistamisen jälkeen tulee työ myös hyväksyttää ennen liikennöintiä.

## 5 Toimenpiteet käytön aikana

### 5.1 Kiskojen aseman tarkkailu

Aluslevyjen kiinnitysruuviin kireyttä ja raideväliä on tarkkailtava säännöllisesti käytön aikana, koska kaksoisraiteisuuden takia aluslevyjen siirtymät voivat olla mahdollisia.

Kiskon korkeusasemaa on myös tarkkailtava säännöllisesti, sillä perustusten painumat ovat mahdollisia perustustyypistä ja maan laadusta riippuen. Mikäli painuma jollakin tuella ylittää 8 mm, on siltaa korotettava. Mikäli kiskojen välinen korkeusero poikkeaa suunnitellusta enemmän kuin 8 mm, on kallistusta korjattava.

### 5.2 Painumien korjaaminen

Siltaa voidaan korottaa piirustuksen Srj 04260-005A mukaisesti asettamalla korotuslevyjä sillan ja laakerikiskon väliin. Korottaminen on mahdollista 15 mm:n porrastuksin 120 mm:iin saakka.

Siltapuoliskon nosto suoritetaan joko kahdella tunkilla pääkannattajien alta ensimmäisen poikkikannattajan kohdalta tai nostopalkeista nosturilla. Molemmat siltapuoliskot nostetaan yhtä aikaa. Nostossa on kiskojen syytä olla pölkyistä irti sillan päissä n. 2 m:n matkalla, koska siltaa saatetaan työn helpottamiseksi nostaa tilapäisesti yli korotustarpeen. Muussa tapauksessa saattaisivat pölkyt nousta liian ylös.

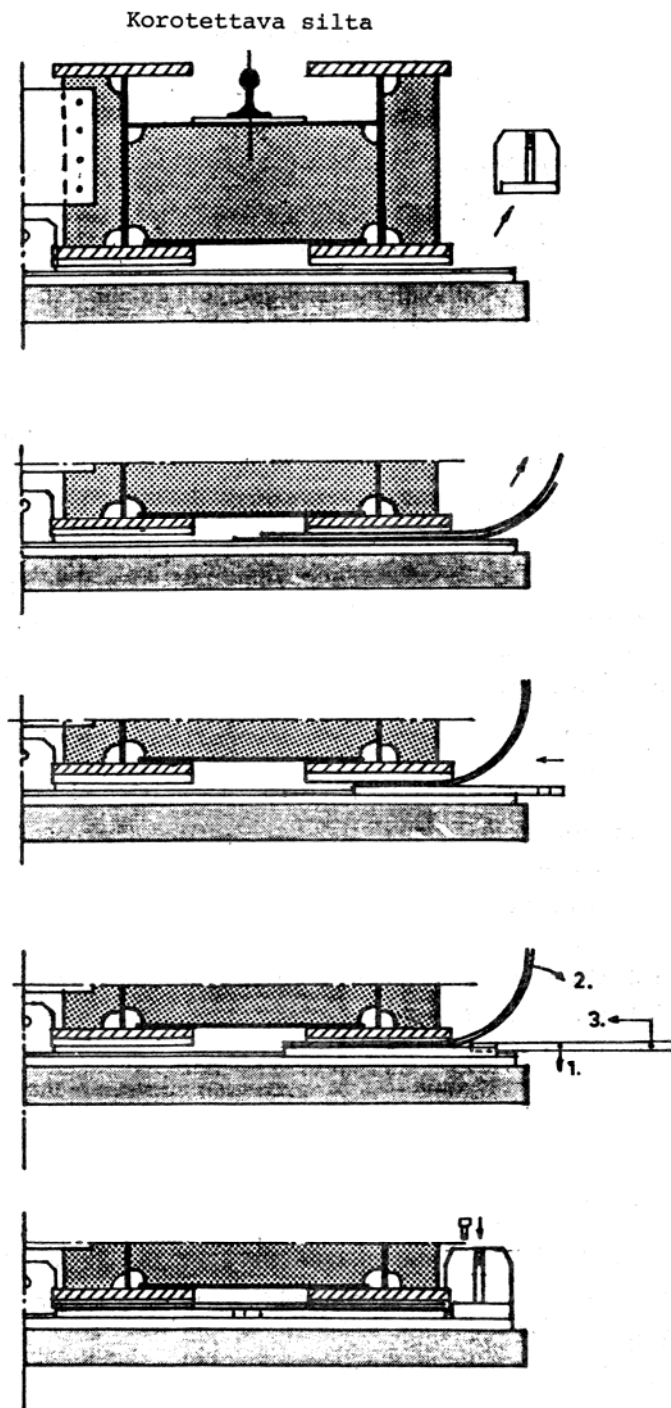
Korotuslevyä asennettaessa ei silta saa olla ainoastaan tunkkien tai nosturien varassa, vaan sen pitää olla tuettuna myös korokkeiden varaan.

Korotuslevyparin asentaminen siltapuoliskon alle suoritetaan kuvan 12 mukaan siten, että

- laakerikiskon sivukorvake poistetaan
- kumilevy-laakerit (=kloropeeni-levyt) vedetään pois laakerikiskon päältä
- asetetaan korotuslevyn ensimmäinen puolisko laakerikiskon päälle
- asetetaan kumilevy-laakerit sen päälle
- työnnetään korotuslevyn ensimmäinen puolisko kumilevyineen uria pitkin niin paljon sillan alle, että toinen puolisko sopii ensimmäisen jatkeeksi
- asetetaan korotuslevyn toinen puolisko kumilevyn alle ensimmäisen jatkeeksi siten, että ne lukittuvat toisiinsa
- työnnetään molemmat puoliskot sillan alle kumilevyineen niin pitkälle, kuin keskikorvake sallii
- kiinnitetään sivukorvake takaisin paikoilleen.

Toisen siltapuoliskon alle asennetaan korotuslevy pari samalla tavalla. Tämän jälkeen lasketaan silta laakereilleen ja kiinnitetään takaisin aluslevyihin.

Haluttaessa voidaan korotus pienentää 10 mm:iin jättämällä toinen kumilevy-laakeri pois.



Kuva 12. Apusillan korottamisen työvaiheet.

## 5.3 Kallistuksen korjaaminen

Mikäli raiteen kallistus sillan tukilinjalla poikkeaa suunnitellusta kallistuksesta sallittua enemmän, voidaan sitä muuttaa 15 mm piirustuksen Srj 04260-005A mukaisesti.

Jos raidetta ei ole korotettu aikaisemmin, tapahtuu kallistaminen siten, että

- nostetaan siltaa kohdassa 4.4 esitetyllä tavalla
- asennetaan toisen siltapuoliskon alle kallistuslevypari siten, että niiden kaltevuus on ulospäin ja päällä on kumilevyllaakerit
- asennetaan toisen siltapuoliskon alle korotuslevypari
- asennetaan näiden päälle kallistuslevypari siten, että niiden kaltevuus on sisäänpäin ja päällä on kumilevyllaakerit
- lasketaan silta laakereilleen.

Sen lisäksi, että raide kallistuu 15 mm, se myös nousee 15 mm.. Nousu voidaan jälleen rajoittaa 10 mm:iin jättämällä toinen kumilevyllaakeri pois.

Mikäli raidetta on aikaisemmin korotettu, ts. laakerikiskon päällä on korotuslevyjä, tapahtuu kallistuksen muuttaminen siten, että

- nostetaan siltaa kuten edellä
- poistetaan toisen siltapuoliskon alta korotuslevypari
- asennetaan niiden tilalle kallistuslevypari siten, että kaltevuus on ulospäin ja päällä on kumilevyllaakerit
- asennetaan toisen siltapuoliskon alle kallistuslevypari siten, että kaltevuus on sisäänpäin ja päällä on kumilevyllaakerit
- lasketaan silta laakereilleen

Tässä tapauksessa ainoastaan se kisko, joka on painunut aiheuttaen raiteen kallistukseen virheen, nousee 15 mm, mutta raide ei kokonaisuudessaan nouse lainkaan.

Kallistuslevyparin asentaminen suoritetaan käyttäen vastaavia työvaiheita kuin oli korotuslevyparin asentamisessa kohdassa 5.2.

## 5.4 Muut toimenpiteet

Sillan käytön aikana on laakeripalkin kiinnitystä alusrakenteisiin tarkkailtava ja laakerikiskon alusparrun kiinnityskiilojen mahdollinen löystyminen tai vaurioituminen on korjattava.

Alusrakenteiden kuntoa on seurattava käytön aikana samoin kuin perusmaan kantavuutta ja luiskien vakavuutta.

Apusiltaan ei saa tehdä mitään reikiä, lovia, leikkauksia yms. Työskenneltäessä sillan päällä on kiinnitettävä huomiota siihen, että sen pinnoitetta ei vaurioiteta. Erityisesti on varottava aiheuttamasta sillan laippojen reunoihin väsytyslujuutta heikentäviä lovia.

Työskenneltäessä sillan alla on huolehdittava siitä, että sillan ja sen alle tulevien kiinteiden rakenteiden väliin jää riittävä tila, jotta maksimissaan 44 mm:n taipuma pääsee vapaasti tapahtumaan. Huom! Kaarteessa on varauduttava noin 10 mm:n lisätaipumaan ulkokaarten puoleisella siltapuoliskolla.

Eristyslevyjen kuntoa on tarkkailtava. Rikkoontuneet eristeet on uusittava välittömästi.

## 6 Apusillan purku

Sillan purku tapahtuu siten, että

- irrotetaan siltapuoliskojen välisiteet
- irrotetaan ja poistetaan kiskot
- poistetaan pölkyt ja sepeli perustusten päältä ja takaa
- nostetaan silta puolisko kerrallaan (harvemmin kokonaisena) pois
- irrotetaan mahdolliset perustuselementit penkereestä kaivamalla ja nostetaan ne pois sekä täytetään peruskuopat geosuunnittelijan ohjeiden mukaisesti
- suoritetaan radan sepelöinti siltapaikalla ja laitetaan ratapölkyt paikoilleen
- nostetaan kiskot paikoilleen ja kiinnitetään pölkkyihin
- suoritetaan kiskojen jatkaminen

**Apusilta ja varsinkin sen liitososat ja muut pikkuosat on ennen apusillan omistajalle palauttamista puhdistettava huolellisesti. Puhdistuksen jälkeen ruuvit ja mutterit on öljyttävä. Tekemättä jätetyt puhdistus- ja öljyämistyöt apusillan omistaja laskuttaa toteutuneiden kulujen mukaan apusillan vuokraajalta.**

Vaurioituneet osat korjataan tai niiden tilalle hankitaan uudet. Havaituista ja korjatuista vaurioista on tiedotettava apusillan omistajaa.

Rakenteiden pinnoitukset tarkastetaan ja havaituista vaurioista tiedotetaan apusillan omistajaa, joka päättää paikkamaalauksesta tai pinnoitteen uusimisesta.

Apusillan vuokraaja on velvollinen korvaamaan kadonneet tai vahingoittuneet osat.

## 7 Käytännön kokemuksia töiden järjestelyistä

### 7.1 Tarvittava välineistö

Apusillat on numeroitu. Jokaisella apusillalla on oma numeroitu varustelaatikko. Varustelaatikoita tai varustelaatikon tarvikkeita ei saa sekoittaa keskenään.

Apusillan varustelaatikko sisältää kaikki tarpeelliset osat ja varusteet, mutta ei muita työkaluja kuin momenttiavaimet. Koska apusillan asentaminen tapahtuu yleensä tiukan aikataulun puitteissa, on erittäin tärkeätä, että työn suorittamiseen on etukäteen varattuna oikeat välineet.

Sillan nosto tapahtuu kohdan 4.4 mukaisesti joko yhdellä tai kahdella nosturilla. Kaivu- ja täyttötöyt suoritetaan tiukasta aikataulusta johtuen yleensä kahdella kaivinkoneella. Viimeistely ja tasaustyöt suoritetaan lapiotyönä. Kiskojen nostoon tarkoitetut kiskonnostosakset helpottavat kiskojen siirtoa. Pölkkyjen siirtely tapahtuu joko kaivinkoneella tai ”pöllisaksien” avulla. Sepeli poistetaan ja siirretään takaisin kaivinkoneella, mutta apuna tarvitaan myös ”sepelitalikoita”. Taustojen täytöt tiivistetään esim. tärylevyllä. Sepelin tiivistykseen käytetään siihen tarkoitettua kalustoa.

Kiskot katkaistaan kiskonkatkaisuoheiden mukaisesti joko sahalla tai polttoleikkaimella. Kiskojen jatkaminen vaatii oman kalustonsa, joka riippuu liittämistavasta. Hiomalaikka on tarpeellinen mm. poistettaessa hitsipurseita. Siltaapuoliskojen oikaisussa tarvitaan joko taljaa ja tunkkia tai vanttiruuvia. Vaihtoehtoisesti voidaan lämmityslaitteilla varautua siltaapuoliskojen oikaisuun.

Lisäksi työmaalla tarvitaan vaaitus- ja mittausvälineet, kirvesmiehen työkalut, varoitusmerkkisummeri kaksiraiteisella radalla ja lopuksi vielä sekalaiset työkalut, kuten rautakanki, leka, moottori- tai pokasaha, ym. Liitteessä 3 on esimerkki työmaan välineistöstä.

Raiteen korkeusaseman ja kallistuksen korjaamisessa korotus- ja kallistuslevyillä tarvitaan neljä tunkkia, joille tuleva kuorma on n. 65 kN (6,5 t). Ensimmäisen korotuksen yhteydessä tulee tunkkien korkeudeksi täytelevyineen 220 mm ja myöhemmin korotuslevyjen verran enemmän. Tunkkien iskun pituuden tulee olla korotuksessa vähintään 30 mm ja kallistuksessa 60 mm. Tunkkien alle varataan jäykkä täytelevy pinta-alaltaan yli 400 cm<sup>2</sup> ja yläpään sillan pinnoitusta suojaava täyte. Tunkeille on varattava yllättävien tilanteiden varalta ylimääräistä kapasiteettia, koska työlle on juna liikenteen takia varattu rajoitettu aika.



## 7.2 Tarvittava työvoima

Asennusvaiheen työvoiman tarve riippuu oleellisesti työn kiireellisyydestä. Yleensä kuitenkin on niin kiire, että ei ole aikaa odottaa työryhmän siirtymistä kohteesta toiseen, vaan kukin kohde vaatii oman työryhmänsä. Urakoitsija varaa riittävän henkilöstön jotta työ saadaan tehtyä annetussa liikenne- ja jännitekatkossa. Lisäksi urakoitsija varautuu yllättäviin tilanteisiin varaamalla riittävän määrän varahenkilöitä.

Mikäli kaksiraiteisella radalla on viereisellä raiteella liikennettä, voidaan turvamiesmenettelyllä työskennellä liikennöidyn raiteen vieressä, käyttäen TUROn mukaista ohjeistusta.

Raiteen purku on eniten työvoimaa vaativa työvaihe, jossa eräänä vaikuttavana tekijänä on kiskonkannattajien käyttö. Mikäli perustusten teossa on käytetty kiskonkannattajia, tarvitaan raiteen purkuun 4–8 miestä kiireestä riippuen ja muussa tapauksessa 4–6 miestä.

Seuraavissa työvaiheissa riittää työryhmä, joka on vapautunut raiteen purkutyöstä, jaettuna eri työvaiheisiin. Liitteessä 4 olevan viiva-aikataulun yhteyteen on merkitty kunkin työvaiheen vaatima työvoima ko. viivan päälle.

## 7.3 Työsuunnitelma ja – aikataulu

Asennuksen suunnittelu tarvittavine sähkö- ja liikennekatkoineen on laaja työ varsinkin, jos kyseessä on vilkkaasti liikennöity ja sähköistetty rataosa. Suunnittelussa on aina oltava mukana alueen isännöitsijä ja kunnossapitourakoitsijan tarvittavat edustajat (sähkö, rata ja turvalaite). Lisäksi liikennesuunnittelijan kanssa tehdään työrakosuunnittelu.

Tässä ohjeessa käsitellään lähinnä varsinaista asennustyötä puuttumatta sen tarkemmin sähkötöihin ja liikennejärjestelyihin. Asennustyön huolellisella suunnittelulla on sitä suurempi merkitys mitä lyhyempi on käytettävissä oleva asennusaika.

Työn suunnittelussa tulee miettiä työvaihe kerrallaan yksityiskohtaisesti, ketkä sen tekevät ja milloin, millä työvälineillä, missä järjestyksessä ja miten ottaen huomioon muut käynnissä olevat työvaiheet ja siltapaikan olosuhteet. Erityisesti on työvaiheista mietittävä, mitkä osat siitä voidaan tehdä etukäteen ja kuinka paljon muita voidaan valmistella.

Työsuunnitelman yhteydessä on laadittava työaikataulu, josta nähdään työvaiheiden järjestys ja kesto sekä miesvahvuudet, jolloin siitä voidaan tarkistaa suunnitellun työvoiman riittävyys. Aikataulua laadittaessa on syytä varautua töiden viivästyksiin, koska usein tulee eteen yllättäviä vaikeuksia joita ei ole otettu etukäteen huomioon.

Liitteessä 4 on eräs esimerkki toteutuneesta viiva-aikataulusta.

## Viitteet

1. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO), Liikenneviraston ohjeita 6/2015. Helsinki 2015.
2. Sähkörataohjeita, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 22, Helsinki 2009
3. Ratatekniset ohjeet (RATO), Liikennevirasto
4. Rataverkon nopeusmuutosten hallinta, Liikenneviraston ohjeita 12/2015. Helsinki 2015

## Varustelaatikon tarvikeluettelo

Kpl	Piir.nro	Osa nro	Tarvike
16	Srj 04260:002	32	Kumilevyylaakeri
64	_____	34	Korotuslevy
8	_____	35	Kallistuslevy
8	_____	36	Kallistuslevy
8	_____	30	Laakerikiskon korvakkeen ruuvi
(8)	_____	27	Jarrupalan kiinnitysruuvi muttereineen ja aluslaattoineen
(8)	_____	28	Jarrupalan kiinnitysruuvi muttereineen ja aluslaattoineen
4	_____	12	Välisidelevy
2	_____	25	Välisidelevyn täytelevy
4	_____	23	Välisidelevyn täytelevyn kiinnitysruuvi
6	_____	20	Välisidelevyn kiinnitysruuvi
6	_____	24	Päätysidelevyn kiinnitysruuvi
8	Srj 04260:201		Vakionostoköysi
(66)	Raj 1383	2	Aluslevy välilevyineen
(264)	_____	8	Aluslevyn kiinnitysruuvi muttereineen ja aluslaattoineen
(66)	_____	5	Aluslevyn eristyslevy
(264)	_____	7	Aluslevyn kiinnitysruuvien eristysputki
(264)	_____	6	Aluslevyn kiinnitysruuvien eristysrengas
128	_____	3	Kiskon kiinnitysrous
8	Raj 1426	3	Kiskonjatkoksen sidekisko
16	_____	6	Kiskojaatkoksen sideruuvi muuttoreineen ja jousirenkaineen
4	_____	11	Kiskojaatkoksen sidekiskopuristin ruuveineen
16	Srj 04590:008	8	Ratapölkkyperustuksen vetotanko 800
16	_____	9	Ratapölkkyperustuksen vetotanko 1140
16	_____	10	Ratapölkkyperustuksen vetotanko 1480
16	_____	11	Ratapölkkyperustuksen vetotanko 1820
16	_____	12	Ratapölkkyperustuksen vetotanko 2040
36	_____	13.14	Vetotangon mutteri aluslevyineen
40	Srj 04590:001		Koivukiila L500
10	_____		Koivukiila L300
1	_____		Momenttiavain
1srj	_____		Hylsy 19. 32. 41. 46

Momenttiavain ( $\geq 710$  Nm) ja hylsy (19, 32, 41) ja 46 mm. Sillalla AS20-3 hylsykoot ovat (19, 36) ja 46. Suluissa on pysyvien ruuviliitosten koot, joita ei normaalisti asennuksessa tarvita. Sulkeissa oleva osa voi olla sillassa kiinnitettynä.

## Muu tarvikeluettelo

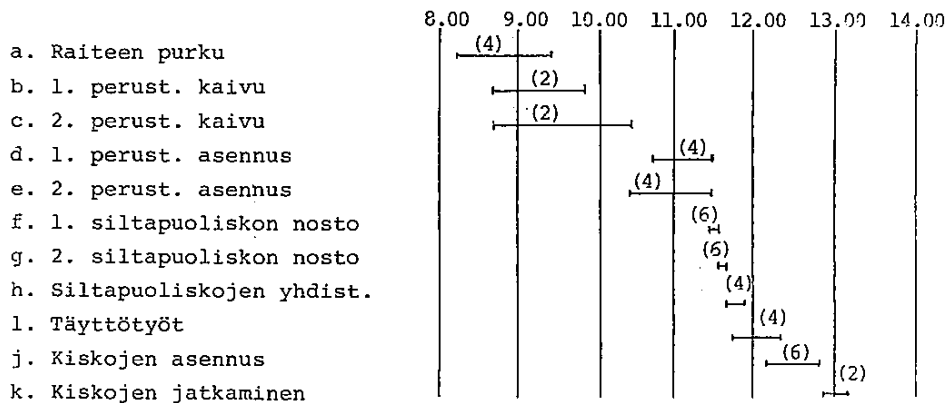
Piir.nro	Tarvike
Raj 1383	Eristetty aluslevy tarvikkeineen
Raj 1392	Eristetty erikoisaluslevy tarvikkeineen, R = 500 m
Srj 04593:006	Nostopalkki
Srj 04260:201	Vakionostoköysi
Srj 04260:202	Nostopalkin köysi
Srj 04260:203	Köysi puoliskon nostamiseen yhdellä nosturilla

## Esimerkki työmaan välineistöstä

Kpl	Väline
2	Ratanosturi
2	Kaivinkone
6	Lapio
1	Tärylevy
4	Sepelitalikko
6	Sepelintiivistyskone (Cobra)
1	Vaaituskoje + mittausvälineet
2	Polttoleikkausvälineet
1	Hiomalaikka + voimanlähde
1	Kiskonrei'itysporakone
1	Maadoitusvälineet
1	Varoitusmerkkisummeri
2	Kiskonnostosakset
3	"Pöllisakset"
1	Vanttiruuvi
4	Rautakanki
4	Leka
1	Kirvesmiehen välineet

Esimerkkitapaus koskee kesällä päiväsaikaan suoritettua asennusta, jossa on käytetty ratapölkkyperustusta. Routa, pimeys ja erilaiset perustamistavat vaativat omat lisätyökalunsa.

## Esimerkki asennuksen aikataulusta



Työvaiheessa tarvittava työvoima esitetty suluissa.

### Työvaiheitten sisältö:

- Kiskojen katkaisu, irroitus ja siirto sivuun sekä pölkkyjen siirto sivuun.
- c. Sepelin poisto sillan kohdalta. Peruskuopan konekaivu ja viimeistely lapiotyönä.
- e. Perustuselementin lasku paikoilleen ja laakerikiskon sijoitus paikalleen.
- g. Apusillan puoliskon nosto paikoilleen ja laakerikiskon kiilaus.
- Siltapuoliskojen liittäminen toisiinsa välisitein.
- Peruskuoppien täyttö, tukiseinän teko sillan päähän ja taustojen täyttö ja tiivistys.
- Pölkkyjen ja kiskojen asennus paikoilleen.
- Pölkkypielien täyttö ja tiivistys. Kiskonjatkoksen teko.

### Yhteenveto työvoimasta:

- |    |                         |
|----|-------------------------|
| 2  | Työnjohtajaa            |
| 1  | Turvallisuusmies        |
| 2  | Nosturinkuljettajaa     |
| 2  | Kaivinkoneenkuljettajaa |
| 2  | Mittamiestä             |
| 10 | Sekatyömiestä           |

## Piirustusluettelo ja piirustukset

**HUOM!** Piirustuksia ei ole päivitetty. Piirustuksissa esiintyy vanhoja materiaalimerkintöjä, vanhoja standardimerkintöjä. Kiinnitysrous J5 tilalla voidaan käyttää myös jous J9. Korvattavat nostoköydet EN-12385-4, ISO 2408:2004 luokkaa 6x36 WS-FC 1770.

Piirustusluettelo		
Piir. Nro	Nimi	Paperikoko
<b>Piirustussarja AS 20 - 1...4</b>		
Srj 04260-001B	Yleispiirustus	2x4
Srj 04260-002B	Sivu- ja tasokuva	2x4
Srj 04260-003C	Leikkaukset	2x4
Srj 04260-004A	Laakerikisko	2x4
Srj 04260-005A	Sillan korottaminen ja kallistaminen tuilla	2x4
Srj 04260-006A	Nostopalkki	1x3
Raj 1383	54E1-kirkon eristetty J5(J9)-jousikiinnitys 20 m jän- teiseen apusiltaan	A3
Raj 1392A	54E1-kirkon eristetty J5(J9)-jousikiinnitys 20 m jän- teiseen apusiltaan, R=500	A3
Raj 1221	Kiskon 54E1 jatkosovitus, J5(J9)-jousikiinnitys	A3
Raj 1426	54E1-kiskon väliaikainen jatkosovitus apusilloille, J5(J9)-jousikiinnitys	A3
Raj 1063	Liityntäkisko 54E1-K43-K30	1x4
Raj 184173c	K43-kiskon jousi- ja ruuvikiinnitys (käytettäessä 54E1-kiskon kiinnitysosia)	A3
Srj 04260:201A	Apusiltojen AS 20 vakionostoköysien tekniset vaa- timukset	A4
Srj 04260:202A	Apusiltojen AS 20 nostopalkin köysien tekniset vaa- timukset	A4
Srj 04260:203B	Apusiltojen AS 20 puoliskon nostamiseen yhdellä nosturilla tarvittavat köydet ja tekniset vaatimukset	A4
<b>Piirustussarja AS 20 - 5...18</b>		
Srj 4593-1A	Yleispiirustus	2x4
Srj 4593-2A	Sivu- ja tasokuva	2x4
Srj 4593-3A	Leikkaukset	2x4
Srj 4593-4	Nostopalkki	1x3
Srj 04593:001F	Yleispiirustus	2x4
Srj 04593:002E	Sivu- ja tasokuva	2x4
Srj 04593:003E	Leikkaukset	2x4
Srj 04593:004D	Laakerikisko	2x4
Srj 04593:005D	Sillan korottaminen ja kallistaminen tuilla	2x4
Srj 04593:006A	Nostopalkki	1x3
Srj 04593:007A	Ritiläkäytävä ja kaapelikannakkeet	2x4







